Die Diskontinuitätsflächen der menschlichen Linse.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Gebhard Meyer,
prakt. Arzt, aus Dussnang (Thurgau).

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Sonderabdruck aus
Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie, Band 178.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin.
1920.

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Professor Dr. A. Vogt.

Dem Andenken meiner Mutter
und meinem Vater

in Dankbarkeit.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548209_0049

I. Einleitung.

Vorwiegend getragen durch die Ergebnisse anatomischer Linsenuntersuchungen, galt seit Donders Tagen bis auf Hess 1905 der Satz, dass die innere Reflexionszunahme der Linse ganz allmählich und kontinuierlich von aussen hin nach dem Zentrum erfolge, folglich bei Beleuchtung derselben keine unterscheidbaren Reflexionsbilder in Erscheinung treten könnten. Einzig das vordere und hintere Linsenbild wurden frühzeitig erkannt als der Ausdruck einer starken, plötzlichen Veränderung der Brechungsverhältnisse beim Übergang des Lichtes von der vorderen Kammer in die Linse und von der Linse in den Glaskörper. Donders war schliesslich der Ansicht, dass ein Ausgleich auch der geringen und ganz allmählich anschwellenden Brechungsunterschiede beim Menschen immerhin dadurch stattfinde, dass mit zunehmendem Alter der Brechungsindex der oberflächlichsten Linsenschichten in stärkerem Maasse zunehme, wodurch schliesslich selbst die geringeren Unterschiede zwischen äusseren und inneren Partien weitgehend homogenisiert werden sollten. 1904 hat Hess gezeigt, dass auch innerhalb der anatomisch scheinbar so gleichmässig an Brechkraft zunehmenden Faserzonen deutliche, sprunghafte Brechungsunterschiede bestehen müssen, so dass bei passender Beleuchtung und geeigneter Versuchsanordnung durch Reflexion an den betreffenden Linsenflächen weitere Spiegelbildchen entstehen müssen [1]).

Die Hess'schen Untersuchungen, fortgesetzt von seinem Schüler G. Freytag [2]), wurden meistens mit Hilfe einer kleinen, scharf begrenzten punktförmigen Lichtquelle (Osmium-Glühlämpchen) von genügender Lichtstärke vorgenommen. Eine interessante Variation, nämlich die Untersuchung mit einer leuchtenden Linie an Stelle des leuchten-

---

1) Gelegentlich wurde diese Erscheinung schon vorher von v. Scily, Demicheri und anderen Autoren an senilen Linsen mit Kataraktbildung oder mit sogenanntem doppelten Brennpunkt beobachtet.

2) G. Freytag, Arbeit zur Physiologie und Pathologie der Linse: II. Über die Kernreflexbilder der menschlichen Linse. Archiv f. Augenheilkunde Bd. 34 Heft 3. 1906.

den Punktes, die der genannte Autor[1]) gelegentlich verwendete, soll hier speziell erwähnt werden, insofern die dort entstehenden Spiegelbildchen rein äusserlich mit den an Ort und Stelle entstehenden Flächen diffuser innerer Reflexion im Gullstrand'schen Spaltlampenbüschel eine gewisse Ähnlichkeit aufweisen. Wie Abbildung und Beschreibung in der erwähnten Arbeit zeigen, gelang damit der Nachweis des Hornhautbildchens zweier aufrechter und zweier umgekehrter Linsenbildchen an dem Auge einer 68 Jahre alten Frau.

Der Autor macht darüber folgende Angaben:

„Die beiden aufrechten Bildchen sind deutlich voneinander gesondert. Das Linsenbildchen erscheint schärfer begrenzt und lichtstärker. Es liegt dem Hornhautbildchen näher als das andere. Letzteres, das heisst das Kernbildchen, erschien in diesem Falle nur wenig lichtschwächer, aber verwaschener, dadurch etwas breiter, ferner stärker gekrümmt und kürzer als das erste. Ebenso sah man zwei umgekehrte Linsenbildchen, von welchen wiederum das hintere Kernbild verwaschener, lichtschwächer und stärker gekrümmt erschien als das hintere Rindenbild."

Die am Menschen gewonnenen Resultate wurden in der Folge mit Linsenbildchen bei anderen Vertebraten verglichen.

Aus einer Reihe von Untersuchungen zieht Hess den Schluss, dass in der völlig normalen Linse etwa von der Mitte der zwanziger Jahre an Spiegelbilder in der Kerngrenze so gut wie regelmässig sichtbar sind. Ihre Lichtstärke wird mit zunehmendem Alter immer grösser. Gustav Freytag[2]) führte unter Beiziehung einer binokularen Lupe die Hess'schen Untersuchungsmethoden an 81 Personen im Alter von 5 bis 77 Jahren systematisch durch, bei einer Minimalweite der Pupille von 6 mm.

Deutliche Kernbildchen wies dabei zum erstenmal ein 15 Jahre altes Mädchen auf. Im übrigen war das Verhalten der Linse in der Altersgruppe zwischen 14 und 24 Jahren in bezug auf die An- oder Abwesenheit der Kernbildchen wechselnd. Das zahlenmässige Verhältnis der negativen zu den positiven Befunden betrug 5:3. Bemerkenswert blieb das öftere Fehlen des hinteren Kernbildchens bei Anwesenheit des vorderen bis zum Alter von 30 Jahren. In den Sechziger- und Siebzigerjahren konnte die Lichtstärke namentlich der vorderen Kernbilder diejenige der Rindenbildchen nahezu erreichen.

1) C. v. Hess, Über Linsenbildchen, die durch Spiegelung am Kerne der normalen Linse entstehen. Archiv f. Augenheilkunde, Sep.-Abdr. S. 375—388. 1905.

2) S. Anm. 2 S. 1.

Freytag betont schliesslich die sozusagen konstante Übereinstimmung beider Augen eines Individuums in ihrer Linsenreflexion.

Aus der Verwaschenheit der Kernbildchen folgert Hess, dass zwar der Übergang zwischen Rinde und Kern mehr sprunghaft als kontinuierlich sei (dass die Indizialkurve stufenweise ansteige), dass aber diese Grenzfläche nicht scharf und plötzlich einsetzen könne, sondern doch mehr einen allmählichen Übergang nehme. (Man vergleiche hierzu Vogt[1]), Zur Kenntnis der Alterskern-Vorderfläche der menschlichen Linse, S. 97f.)

Über das Zustandekommen des vorderen Rindenbildchens äussert sich Hess dahin, dass dieses nicht lediglich durch Reflexion der vorderen Kapsel zustande komme, sondern dass Kapsel, Epithel und vordere Rindenfasern — aber wohl keine tieferen Schichten — daran beteiligt seien.

Es soll hier doch besonders hervorgehoben werden, was auch Hess betont, dass alle diese Linsenbildchen durch Spiegeln an gekrümmten Flächen entstehen, ihre Lokalisation als Spiegelbilder überhaupt unsicher ist.

Den früheren Untersuchungsmethoden gegenüber bedeutet nun die Spaltlampenmethode eine ganz wesentliche Verbesserung in mehreren Beziehungen. Ihre Anwendung zur Untersuchung der feinen und komplizierten inneren Linsenstrukturen (im optischen Sinne) kann nur erwünscht sein; bietet sie doch mit neuen Mitteln eine Bestätigung und Vervollkommnung des bisher Erreichten. Ihr Prinzip ist ein völlig verschiedenes. Im optischen Querschnitt der verschiedenen durchsichtigen Medien erzeugt das Strahlenbündel an Ort und Stelle eine innere, die Diskontinuitätsflächen viel getreuer wiedergebende Reflexion.

II. Bisherige Untersuchungen mit der Spaltlampe.

Schon Gullstrand[2]) war es aufgefallen, dass das Lichtbüschel der von ihm in die Ophthalmologie eingeführten Spaltlampe beim Passieren der Linse nicht gleichmässig aufleuchtete. Er äussert sich darüber in folgendem Satze:

„In der Linse sind unter anderem die Diskontinuitätsflächen, wo die Hess'schen Kernbildchen entstehen, durch zwei Maxima der diffusen Lichtreflexion kenntlich."

---

1) A. Vogt, Zur Kenntnis der Alterskernvorderfläche der menschlichen Linse, mit besonderer Berücksichtigung der C. v. Hess'schen Anschauungen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde Bd. 61 S. 90—101. 1918.

2) A. Gullstrand, Demonstration der Nernstspaltlampe. Bericht über die 37. Vers. der ophthalm. Ges. Heidelberg S. 374. 1911.

Doch Gullstrand widmete sich nicht weiter dem Studium dieser Erscheinungen.

Eingehender beschäftigte sich Vogt in seiner Arbeit: „Der Embryonalkern der menschlichen Linse und seine Beziehungen zum Alterskern“ [1]) mit den Diskontinuitätsflächen. Für das mittlere Alter gelang es ihm, nicht nur zwei, sondern eine ganze Reihe innerer Diskontinuitätsflächen der Linse nachzuweisen, die an Hand von Nahtsystemen genauer bestimmt wurden als:

1. die Rindenvorderfläche,
2. die Alterskernfläche,
3. die Embryonalkern-Vorderfläche,
4. die Embryonalkern-Hinterfläche.
5. die hintere Alterskernfläche,
6. die Rindenhinterfläche.

Bei Kindern liessen sich nur vier dieser Flächen nachweisen, indem die Alterskernflächen ausfielen. Vom ersten bis vierten Jahrzehnt fand Vogt die Embryonalkernflächen deutlicher und lichtstärker als die Alterskernflächen. Mit zunehmendem Alter, vom 45. bis 50. Jahre an, kehrten sich die Verhältnisse um.

Im siebten bis neunten Jahrzehnt pflegen im Spaltlampenbüschel die Streifen der vorderen und hinteren Alterskernoberfläche am lichtstärksten zu erscheinen.

In der gleichen Arbeit [1]) wird auch die zunehmende Gelbfärbung der verschiedenen Diskontinuitätsflächen in Stufenfolge von vorn nach hinten beschrieben und am intensivsten in der hinteren Linse gefunden, steiler Lichteinfall vorausgesetzt.

„Man kann sich bei diesen Untersuchungen den hintersten Linsenabschnitt als durch eine Reihe gelber Medien, welche den verschiedenen Linsenzonen entsprechen, hindurchbetrachtet denken. Bei mehr schrägem Einfall erreicht sie — die Gelbfärbung — im Embryonalkern das Maximum.“

In einer neuen Reihe von Untersuchungen versuchte Vogt [2]) insbesondere die peripheren Enden dieser Diskontinuitätsflächen, ihre topographischen Beziehungen zueinander und zum Linsenäquator zu überblicken, durch Wandernlassen des Lichtbüschels in den verschiedensten Richtungen, durch die sogenannte Abtastungsmethode der Spaltlampenuntersuchungen bei maximaler Pupillenerweiterung.

„Erweitert man die Pupille maximal, so lässt sich durch Bewegen des Lichtarmes die Linse in ihrer Gesamtform (mit Aus-

1) A. Vogt, Der Embryonalkern der menschlichen Linse in seinen Beziehungen zum Alterskern. Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde Bd. 59 S. 463. 1917.

2) S. Anm. 1 S. 7.

nahme des äussersten Äquators) in bequemster Weise ohne jedes Vergrösserungsmittel vor Augen führen. Sowohl die Gesamtform der Linsenoberfläche als die erwähnte Kernoberfläche lässt sich dabei „abtasten". Man erkennt so deutlich die stärkere Wölbung der Hinterfläche gegenüber der vorderen. Man sieht unmittelbar von freiem Auge, dass die Alterskernflächen sich nach dem Äquator hin mehr und mehr von der Linsenoberfläche entfernen. Die Oberflächenstreifen und der Alterskernstreifen divergieren äquatorialwärts."

„Während der Äquator der Linse auch bei maximaler Pupillenerweiterung von der Iris bedeckt wird, ist derjenige des Alterskerns sichtbar. Am letzteren ist gewöhnlich eine starke äquatoriale Verbindung zwischen vorderem und hinterem Streifen in jungen Jahren nicht vorhanden, während sie im Alter deutlich wird. In der Jugend sieht man hier eine Lücke."

„Die Embryonalkernflächen sind durch mehr verwaschene Streifen ausgezeichnet. Sie sind stärker gekrümmt als die Alterskernflächen und äquatorial nicht verbunden. Der vordere und hintere Streifen sind durch eine vertikale, etwa das Zentrum der Linse einnehmende, lichtschwache Zone getrennt, so dass die Streifen etwa das Bild einer Semmel ergeben."

Die hintere Embryonalkernfläche wird als durchweg lichtstärker angegeben. Umgekehrt fand Vogt den vorderen Alterskernstreifen in der Regel lichtstärker als den hinteren.

Sehr interessant dürfte die Beobachtung Vogts[1]) sein, dass bei geeigneter Untersuchungsmethode ausser diesem Hauptsystem der Diskontinuitätsflächen noch eine Menge konzentrisch angeordneter lichtschwächerer Streifen zweiter Ordnung in Erscheinung treten kann, namentlich bei jüngeren Individuen. Anatomisch müsste sich daraus die Notwendigkeit eines lamellären Aufbaues der Linse aus zwiebelschalenartig konzentrisch angeordneten Faserschichten ergeben, wie dies durch die bekannten Mazerationsversuche — neuerdings insbesondere A. E. Meiers[2]) — an Leichenlinsen sehr wahrscheinlich gemacht wurde. Historisch würde damit die neuere, durch Rabls Forschungen gestützte Lehre vom ausschliesslich radiären Bau der Linse zugunsten der älteren Anschauungen modifiziert werden. Wie schon oft in dem Entwicklungsgang unserer Kenntnisse in den Naturwissenschaften, würde demnach einem schroffen „Entweder-Oder" ein versöhnliches „Sowohl-als auch" in der anatomischen Struktur der

1) S. Anm. 1 S. 7.

2) E. A. Meier, Experimentelle Untersuchungen über den Mazerationszerfall der menschlichen und der tierischen Linse. Inaug.-Dissert. Basel 1918.

Linse nachfolgen. Über diese Streifen zweiter Ordnung selbst äussert sich Vogt[1]):

„Ausser den typischen, bei jedermann nachweisbaren Streifen zeigte mir schärfste Belichtung bei enger Spalte an grösseren Untersuchungsreihen verschiedensten, vorwiegend aber des jugendlichen Alters, dass ausser dem lichtstarken Alterskern- und Embryonalkernstreifen bei vielen Individuen noch weitere, gewöhnlich viel weniger lichtstarke Streifen in jahresringartiger Anordnung sichtbar werden. Diese entsprechen, wie man sich durch Wandernlassen des Lichtstreifens überzeugt, wieder bestimmten Diskontinuitätsflächen, so dass in ausgeprägtenFällen dieser Art eine zwiebelschalenartige Struktur der Linse deutlich wird, etwa wie sie bei der Mazeration der Linse zutage tritt."

„Der Grad der Krümmung dieser Flächen nimmt nach dem Linsenzentrum hin zu. Die eine oder andere kann durch grössere Lichtstärke hervortreten. Besonders häufig ist eine Verdoppelung der embryonalen Streifen. Meist war es mir nicht möglich, in den sekundären Streifen das Nahtsystem zu sehen usw."

Endlich wird das Auftreten dieser konzentrischen lichtschwächeren Streifen zweiter Ordnung nicht nur im Rinden-, sondern auch im Embryonalkerngebiet nachgewiesen.

Unter dem Titel: „Die Diskontinuitätsflächen der normalen menschlichen Linse" brachte Vogt[1]) vor kurzem eine Vervollständigung seiner bisherigen Untersuchungen. Es zeigte sich eine weitere typische Fläche, so dass die Zahl der Diskontinuitätsflächen des erwachsenen Menschen nunmehr auf zehn erhöht ist, nämlich:

1. die Vorderkapsel-Epithel-Rindenzone,
2. die sogenannte vordere Abspaltungsfläche,
3. die vordere Alterskernfläche,
4. und 5. die vordere erste und zweite Embryonalkernzone,
6. und 7. die hintere zweite und erste Embryonalkernzone,
8. die hintere Alterskernfläche,
9. die hintere Abspaltungsfläche,
10. die hintere Rindenkapselzone.

Die vordere Abspaltungsfläche wird nur bei Kindern und jugendlichen Erwachsenen deutlich gefunden. Im höheren Alter rückt dieselbe an den Rindenstreifen heran, bis zur Verschmelzung. Auch wird in der Regel eine ganz allmähliche axiale Annäherung bis zur Verschmelzung konstatiert. Besonders hervorgehoben wird seine Fein-

1) A. Vogt, Die Untersuchung der lebenden menschlichen Linse mit Gullstrand'scher Spaltlampe und binokularem Zeiss'schem Cornealmikroskop. Bericht der Heidelberger Ophthalmolog Ges. 1918.

heit und Lichtstärke sowie die deutliche Divergenz nach der Peripherie, verglichen zum Oberflächenstreifen. Eine entsprechende hintere Abspaltungszone wird von Vogt in vielen Fällen ebenfalls beobachtet.

In der vorderen Alterskernfläche wird mit zunehmendem Alter eine von der Kindheit ansteigende Lichtstärke konstatiert sowie auf Verschiedenheiten in Helligkeit, Krümmungsradius, sagittaler Dicke und Oberflächenabstand hingewiesen, in dem Sinne, dass mit zunehmendem Alter die Helligkeit des Streifens, Krümmungsradius und axiale Distanz vom Rindenstreifen zunehmen, unter gleichzeitiger Verbreiterung des Streifens. Die Alterskernzone bei Jugendlichen liess sich zuweilen zuerst nur peripher nachweisen; in den axialen Partien kam sie noch nicht zur Beobachtung.

Das zentrale lichtschwache Gebiet zwischen den beiden innersten (zweiter vorderer und zweiter hinterer) Embryonalkernstreifen nennt Vogt „Zentrales Intervall". Dabei ist der zweite hintere Embryonalstreifen wohl stets sehr lichtstark und mit unbewaffnetem Auge bei Spaltlampenbeleuchtung leicht nachweisbar. Er enthält als Naht das stark reflektierende umgekehrte Ypsilon (λ = Lambda-Naht), das sich vom lichtschwächeren vorderen, wie Vogt schon anderwärts ausführte, ausserdem in seiner Grösse auszeichnet.

Schliesslich hebt Vogt[1]) die Überlegenheit der Gullstrand'schen Methode in der Linsenphysiologie und Linsenpathologie, verglichen zu den früher geübten Verfahren, hervor, indem sich nunmehr mit der Spaltlampe die Diskontinuitätsflächen direkt sehen lassen, während die älteren Untersuchungsmethoden die Frage notwendigerweise offen lassen mussten, ob der verwaschene Lichtfleck der Kernbildchen einer einzigen oder aber mehreren nahe beieinander liegenden Grenzflächen seinen Ursprung verdanke. Nach Vogt war es den bisherigen Untersuchern, die sich der Spiegelbildchen bedienten, unmöglich, zu entscheiden, welche dieser Flächen die lichtstärkere sei oder in welchem Abstand von der Linsenvorderfläche dieselben vergleichsweise zu lokalisieren wären. Wenn der erste Nachweis der Kernbildchen bisher erst mit Ende der zwanziger Jahre gelang, so zeigten sich mit der neuen Methode die Diskontinuitätsflächen schon in früher Jugendzeit.

III. Technik der Untersuchungen.

A. Allgemeines.

Über das Wesen der Spaltlampe und der Beschaffenheit ihres Lichtbüschels ist von ihrem Erfinder[2]) selbst berichtet worden. In An-

1) S. Anm. 1 S. 10.

2) A. Gullstrand, Die reflexlose Ophthalmoskopie. Archiv f. Augenheilkunde Bd. 68 S. 101—144. 911.

lehnung an die Gullstrand'schen Untersuchungsmethoden gibt H. Erggelet[1]) 1914 eine schematische Skizze des Strahlenganges durch die Linse bei scharfer Einstellung des Spaltbildes der Nernstspaltlampe auf die vordere Linsenkapsel.

„Nach einem dunkeln Zwischenraum, entsprechend der optisch leeren Vorderkammer, sieht man das schmale Spaltbild auf der vorderen Kapsel. Weiterhin lässt sich der Weg der jetzt divergierenden Lichtstrahlen als graues Band durch die Linse verfolgen, bis es hinter der Iris verschwindet."

Grosser Wert wird bei der Beschreibung des Jenenser Instrumentariums den Henker'schen Hilfsapparaten beigelegt, nämlich dem Beleuchtungsarm am schwenkbaren Doppelarm, der Kinn- und Stirnstütze. Zur mikroskopischen Untersuchung wird das Cornealmikroskop herbeigezogen.

Auch Vogt verwendete diese Apparatur. Eine genauere Beschreibung der Untersuchungstechnik gibt er in den Klinischen Monatsblättern für Augenheilkunde 1918[2]), auf die auch für die vorliegende Arbeit verwiesen sei. Von grosser Wichtigkeit bei allen Spaltlampenuntersuchungen erweist sich, wie schon Erggelet[1]), Köppe[3]) und Vogt[1]) betonen, eine längere Dunkeladaptation des Beobachters in völlig dunkelm Raum. Köppe[3]) schreibt darüber:

„Normalen Lichtsinn und normale Reizschwelle vorausgesetzt, werden dazu im allgemeinen mindestens einige Minuten erforderlich sein."

Für die Fernhaltung störenden Nebenlichtes sind sowohl von Köppe wie von Vogt besondere Vorrichtungen getroffen worden. Vogt[4,2]) betont, dass die Gullstrand'sche Spaltlampendurchleuchtung der menschlichen Linse insofern eine völlig neue klinische Untersuchungsmethode darstelle, als es sich nicht, wie bei dem Hess'schen Linsenbildchennachweis, um eine blosse Spiegelung handle, sondern um an Ort und Stelle sichtbar werdende Maxima innerer Linsenreflexion mit

---

1) H. Erggelet, Klinische Befunde bei lokaler Beleuchtung mit der Gullstrand'schen Nernstspaltlampe. Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde Bd. 62 S. 449. 1914.

2) S. Anm. 1 S. 7.

3) L. Köppe, Die Fortschritte in der Anwendung der Gullstrandschen Nernstspaltlampe nebst Bemerkungen über die ophth.-optische sowie praktisch-technische Grenze dieser Untersuchungsmethode. Zeitschr. f. ophth. Optik Heft 6. 1918.

Ferner fanden Berücksichtigung: C. v. Hess, Pathologie und Therapie des Linsensystems. In Gräfe-Saemisch, Handbuch der gesamten Augenheilkunde, III. Aufl. S. 9—14, 19—30. Leipzig 1911. — Rabl, Über den Bau und die Entwicklung der Linse. Leipzig 1900.

4) S. Anm. 1 S. 10.

dementsprechend viel genauerer topographischer Orientierung. Verschiedene Autoren haben für den Weg des Strahlenbüschels als scheinbar zweidimensionale Fläche durch die durchsichtigen optischen Medien die Bezeichnung „optischer Querschnitt" in die Ophthalmologie eingeführt. „Scheinbaren optischen Querschnitt" nennt ihn Erggelet[1]) in Anbetracht seiner in Wirklichkeit dreidimensionalen Ausdehnung. Bei schärfster Einstellung des Strahlenbüschels in der Gegend seiner engsten Einschnürung und bei möglichst enger Lichtspalte — ¼ bis ½ mm — kann praktisch auf eine kurze Strecke das erzeugte Spaltbild als eine ebene Fläche betrachtet werden. Es hat diese Tatsache im folgenden insofern eine gewisse Bedeutung, als sie gestattet, die scheinbaren Flächen der einzelnen, in Wirklichkeit räumlichen Diskontinuitäts- oder Reflexionsstreifen in ihren Breiten oder — besser — Mächtigkeitsverhältnissen unmittelbar miteinander zu vergleichen, unter Voraussetzung gleichen Einfallwinkels und Beobachtungswinkels und bei Wahl eines möglichst axial durchfallenden Spaltlampenbüschels.

Wichtiger erwies sich die Wahl des optimalen Einfall- und Beobachtungswinkels in bezug auf die Streifenbreite und maximale Helligkeit. Nach Vogt[2]) ist die Reflexion für den Beobachter am intensivsten, wenn der Hauptausfallswinkel zusammenfällt mit der beobachteten Richtung. In Anbetracht des kleineren Krümmungsradius jeder zentralwärts folgenden Diskontinuitätsfläche muss notwendigerweise bei gleicher Einfallsrichtung und gleicher Blickrichtung des Mediums das Maximum der Reflexion jeder folgenden Diskontinuitätsfläche in etwas anderer Beobachtungsrichtung liegen. Endlich bleibt noch hervorzuheben die Notwendigkeit der Wahl eines axialen optischen Querschnittes zur Übersicht, weil dadurch allein die Bedingung gegeben ist, dass sämtliche vorhandenen Reflexionsänderungen mehr oder weniger sprunghafter Natur in ihren Beziehungen zueinander auf einmal in Erscheinung gebracht werden können.

Eigentlich teilt sich das Spaltlampenbüschel:

1. in eine dem Licht zugewendete Fläche, welche als die Diskontinuitätsfläche im engeren Sinne bezeichnet werden kann,

2. in die Reflexion der in sagittaler Richtung unmittelbar anschliessenden Linsensubstanz, welche eine vermehrte innere Reflexion aufweist. Wir können uns dieselbe vielleicht zusammengesetzt denken aus einer Anzahl feinster Flächen, die, parallel geschichtet, sich an die erstgenannte Fläche anschliessen. Wenn wir also von Diskontinuitätsflächen sprechen, so verstehen wir darunter Zonen von einer bestimmten Dicke in radiärer Richtung.

1) S. Anm. 1 S. 12.
2) S. Anm. 1 S. 10.

B. Spezielle Untersuchung.

Die einzelne Untersuchung erfolgte wenn möglich beidseits sowohl an gesunden wie an kranken Augen, nach der von Vogt [1]) bereits andernorts beschriebenen Methode bei möglichst fein gewählter Lichtspalte. Dabei wurden die ersten 20 Fälle bei einer Spaltenweite von über 1 mm auf ihre Diskontinuitätsflächen untersucht, was sich in der Folge als wenig zweckmäßig erwies. Die so gewonnenen Resultate zeigten im allgemeinen stärkere diffuse Reflexion des ganzen Linsensystems bereits bei Jugendlichen. Die Begrenzung der einzelnen Reflexionsstreifen blieb verwaschen; feinere Details wurden zuweilen übersehen wegen der allzu großen Lichtfülle des optischen Querschnittes. Es gelang uns so nicht, den für gewisse Altersklassen sehr charakteristischen vorderen und hinteren Abspaltungsstreifen getrennt von der Kapselreflexion nachzuweisen. Diese ersten 20 Fälle wurden daher in der Arbeit nicht verwertet.

Für alle nachfolgenden Untersuchungen wurde die Spaltweite auf ¼ bis höchstens ½ mm verringert. Da die Vogt'schen Untersuchungen durchweg mit Hilfe des Cornealmikroskopes erfolgten, so schien es wertvoll, die Beobachtungen zuerst nur makroskopisch oder mit Hilfe einer einfachen, 3—4fach vergrößernden Lupe vorzunehmen. Damit konnte eine Übersicht der topographischen Verhältnisse des gesamten reflektierenden Linsenstreifens auf einmal und ohne Änderung der Apparatur in übersichtlicher Weise vorgenommen und skizziert werden. Am Schlusse erfolgte als ergänzende Kontrolle die Besichtigung des optischen Linsenquerschnittes vermittelst der 10—24fachen Vergrößerung des Cornealmikroskopes. Maassgebend zu diesem Vorgehen waren Erfahrungen am Mikroskope bei morphologischen Studien, das Verhältnis der linearen Vergrösserung zur Übersichtlichkeit der Objekte im Gesichtsfelde betreffend. Es zeigte sich dabei, dass die Leistungsfähigkeit der Gullstrand'schen Spaltlampe allein schon eine unerwartet grosse war. Schliesslich konnte eine Untersuchung mit verschiedenen Mitteln zur Deutung dieser feinen optischen Strukturdifferenzen nur erwünscht sein. Im allgemeinen deckten sich dabei die makroskopisch oder mit Lupenvergrösserung gewonnenen Resultate an der Spaltlampe mit der Beobachtung bei 24facher Vergrösserung mit binokularem Cornealmikroskop. Die von Vogt beobachteten Diskontinuitätsflächen zweiter Ordnung waren dagegen mit Zuhilfenahme des erwähnten Instrumentes viel öfter, zahlreicher und deutlicher nachweisbar. Die scheinbar homogen dunkeln (optisch leeren) Zwischenzonen zeigten alsdann oft noch eine feinste lamelläre Struktur aus helleren und dunkleren Streifen. Zur genauesten Lokalisation der

1) S. Anm. 1 S. 8 u. s.

einzelnen Linsenstreifen endlich in bezug auf Nahtsysteme, Kernvorderfläche, Linsentrübungen leistete das Cornealmikroskop die wertvollsten und zuverlässigsten Dienste. Sämtliche beobachteten Fälle mit Ausnahme zweier absoluter Glaukome erfolgten in maximaler Atropin- oder Homatropin-Kokainmydriasis, im Dunkelzimmer oder nach genügender Dunkeladaption des Beobachters unter Anwendung von Kinn- und Kopfstütze und bei ruhiger Fixation eines in der Ferne angegebenen Zieles. Zur Untersuchung des rechten Auges wurde die Spaltlampe am schwenkbaren Hebelarm nach Henker seitlich und vorn auf die gleichnamige Seite des Untersuchten und das Lichtbüschel auf die Cornea gebracht. Den linken Ellenbogen auf den Tisch des Stativs gestellt, reguliert die linke Hand die aplanatische Ophthalmoskoplinse an der Schraube des Linsenhalters nach vorheriger Einstellung des Lichtbüschels auf das Cornealniveau. Sehr wichtig ist nunmehr, die richtige Zentrierung des Nernstleuchtkörpers vorausgesetzt, die Einstellung des scharfen lichtstarken Spaltbildes auf die Linsenvorderfläche, speziell auf den intensiv weisslichen sogenannten Linsenkapselreflex und sukzessive tiefer unter gleichzeitiger Regulation der Lichtspalte auf $\frac{1}{4}$ mm unter Berücksichtigung der jeweiligen Beobachtungsrichtung im obenerwähnten Sinne.

Die scharflinige Begrenzung des maximal reflektierenden vorderen Kapselstreifens scheint uns ein zweckmässiges Kriterium optimaler Einstellung des Lichtbüschels auf die Linsenvorderfläche zu bieten. Eine neue Verschiebung der Ophthalmoskoplinse am Linsenhalter ist praktisch erst für die tieferen Teile des hinteren Embryonalkern- und Alterskern-Rindengebietes durchaus nötig. Unter Berücksichtigung des im allgemeinen Teile über die Gullstrand'schen Diskontinuitätsflächen Ausgeführten wählten wir die scheinbare Breite des stets sehr scharf begrenzten vorderen Kapselstreifens als Maass zur Beurteilung der relativen Mächtigkeit aller nachfolgenden Streifen, insbesondere des Alterskernstreifens und der „optisch leeren" Linsenzwischenräume.

Als Kriterium eines annähernd axialen optischen Linsenquerschnittes wurde das gleichzeitige helle Aufleuchten der beiden Embryonalkernnähte mit den zugehörigen zentralen Reflexionsstreifen verwertet. Der leicht gelingende makroskopische Nachweis bis ins hohe und höchste Alter wenigstens des hinteren Ypsilons bei normalen Linsen kommt uns hierbei sehr zustatten.

Eine Verschiebung nach der Seite, eine ebensolche nach oben oder beide Vorgehen vereint machen es uns möglich, sukzessive Streifen um Streifen gleichsam wie in anatomischen Serienschnitten aneinanderzulegen, wie dies Vogt für die peripheren Linsenteile bereits ausführte. Diese letzteren bleiben auch bei stärkster Mydriasis in ihren

äußersten Teilen natürlich einer Spaltlampenuntersuchung unzugänglich, weil von der Iris bedeckt. Die Iris beschränkt schliesslich auch die Wahl des Einfallswinkels für die tieferen Linsenpartien; bei streifender Inzidenz des Lichtes und dementsprechend sehr stumpfem Einfallswinkel kommen bei Betrachtung von vorne oder bei Beobachtung im rechten Winkel zum einfallenden Lichtbüschel die tiefsten Linsenpartien ebenfalls hinter das Diaphragma der Iris zu liegen. Eine Ausnahme machen natürlich die Iriscolobome. Eine horizontale Aufnahme eines axialen Linsenquerschnittes gestattet die derzeitige Spaltlampenmontur leider nicht. Theoretisch müsste derselbe bei dem ausgesprochen radiär-symmetrischen Bau der Linse verglichen zu einem vertikalen optischen Querschnitt völlig identisch ausfallen.

Unsere Befunde gehen aus nachstehender Tabelle (S. 18) hervor. Dabei verwendeten wir als Abkürzungen:

+	= deutlich vorhanden.
±	= andeutungsweise, aber unscharf, verwaschen u. schmal, ev. nur peripher nachweisbar
d.	= diffus in der Begrenzung.
confl.	= confluierend.
uns.	= unsicher.
br.	= breit.
sch. V.	= scheinbare Verdoppelung.
>	= in der ersten Kolonne = Vorderkapselstreifen lichtstärker als Alterskernstreifen.
=	= in der ersten Kolonne = Alterskernstreifen mindestens so lichtstark oder lichtstärker als vorderer Kapselstreifen.
<	= in der neunten Kolonne (zentraler hinterer E.-K.-Str.) = hinterer zentraler Embryonalkernstreifen deutlich lichtstärker (und breiter) als vorderer entsprechender Streifen.
	In der letzten Kolonne (allgemeine diffuse Reflexion):
g.	= gering.
z. g.	= ziemlich gering.
m. st.	= mässig- oder mittelstark.
st.	= stark.
s. st.	= sehr stark.
w.	= weisslich reflektierend.
g.	= gelblich reflektierend.
gg.	= hoch- oder leuchtendgelb reflektierend.
gr.	= grünlich reflektierend.
r.	= rötlich reflektierend.
g. r.	= gelbrot reflektierend.
or.	= orangefarben reflektierend.

IV. Epikrise.

Eine tabellarische Zusammenstellung der 102 auf die Diskontinuitätsflächen untersuchten Personen der Linse zeigt uns, dass in allen Fällen bis zurück ins zarteste Kindesalter anscheinend ausnahmslos gewisse Reflexionsstreifen sich nachweisen lassen, als der Ausdruck mehr oder weniger sprunghafter Änderungen der Brechungsindizes scheinbar homogener Linsenteile. Dabei ist die Zahl dieser Flächen zunächst geringer als bei Erwachsenen und inkonstant. Ihre Einreihung ist eine schwierige; die Reflexion ist allgemein schwächer und diffuser. Mit zunehmendem Alter, anscheinend in oft ziemlich kurzen Zeiträumen, werden sie lichtstärker, verbreitert und schärfer konturiert, zuweilen

konfluierend. Neue Streifen treten in bestimmten Lebensabschnitten auf; andere scheinen zu verschwinden oder mit anderen Systemen zu verschmelzen. Bestimmten Lebensaltern entspricht anscheinend ein ziemlich konstanter optischer Querschnitt aller Diskontinuitätsflächen. Die Intensität der Reflexion nimmt dabei bis ins höchste Alter mehr und mehr zu. Ein zahlenmässiges Verhältnis über die Häufigkeit und anscheinende Konstanz ihres Erscheinens, eine Rekonstruktion des ganzen Linsenbaues in den verschiedenen Lebensabschnitten soll im folgenden versucht werden.

Mit Vogt zählen auch wir bei unseren Untersuchungen zehn verschiedene Diskontinuitätsflächen auf:

A. Morphologie der einzelnen Diskontinuitätsflächen in verschiedenen Lebensaltern.

1. Vorderer Kapselstreifen.

Der vordere Kapselstreifen ist in allen untersuchten Fällen also in 100%, vorhanden, ist stets sehr lichtstark und intensiv weisslich reflektierend, nach vorn und hinten immer scharf begrenzt. In der Jugend weitaus am lichtstärksten, scheint er im höheren Alter fast durchweg von Alterskernstreifen überholt zu werden. Im letzteren Falle zeigt seine hintere Begrenzung zuweilen eine feine wellige Riffelung auch in Fällen, da ein vorderer Abspaltungsstreifen noch deutlich nachweisbar ist.

Das regelmässige Vorkommen des Kapselstreifens, seine auffallende Konstanz in der scheinbaren Dicke bei früher erwähnten Untersuchungsbedingungen, seine scharfe Begrenzung bei hoher Lichtstärke lassen ihn vergleichsweise als relatives Maass geeignet erscheinen, wie dies schon oben ausgeführt wurde. In diesem Sinne soll er denn auch im folgenden unter allem Vorbehalt für die scheinbare Mächtigkeit des Alterskernstreifens als Maasseinheit verwendet werden. Stellt man die Haupteinfallsrichtung des Lichtbüschels bei möglichst grossem Einfallswinkel scharf auf die vordere Kapselfläche ein, eventuell unter leichter Hin- und Herbewegung des Linsenarmes, so kann man bei geeigneten Fällen Teile des Kapselreflexes plötzlich intensiv silberweiss reflektieren sehen. Innerhalb dieser scheinbar spiegelnden Partie findet man dabei öfters und namentlich deutlich bei älteren Individuen schon von blossem Auge, besonders schön aber bei 3—4facher Lupenvergrösserung, eine prächtig silberweiss aufleuchtende, vorwiegend grubig-längs- oder schrägstreifige Struktur mit entsprechender negativer dunkler Felderung, beide von sehr zarter und zierlicher Beschaffenheit. Die betreffenden Individuen zeigten sonst keine pathologische Beschaffenheit der Linse. Über die Deutung dieser Erscheinung wage

Nr. der Liste	Namen und Geschlecht	Alter	Zahl der Augen	Augenkrankheiten Refraktions-anomalien usw.	Vord. Kapselstreifen	Vord. Abspaltungs-streifen	Reflexionsfarbe des Abspaltungsstreifens	Vorderer Alterskern-streifen	Reflexionsfarbe
1	P. Irene .	3½	2			+	w.		
2	A. Hans .	4½	2	Skrophulose		+	w.		
3	H. Erna .	5	1	Abulbie L.		+	w.	*	
4	W. Gustav	5½	1	Abulbie L.		+	w.		
5	W. Klara.	6	2	Hypermetropie. Strab.		+	w.		
6	R. Klara .	6	2	Strab. conv. Hyperm.		+	w.	± d.	w.
7	S. Heinrich	6	2	Myopie		+	w.		
8	F. Hulda .	6	2	Strab. conv. Myopie		+	r.	*	
9	Sch. Marg.	7	2	Hypermetr.		+	w.	± d.	w.
10	R. Gos. . .	7	2	"		+	w.		
11	H. Hans .	7½	2	"		+	w.	± d.	g. w.
12	F. Jeanne	8	2	Strab. converg. Hypermetr. . . .		+	w.		
13	B. Klara .	8	2	St. Astigm. hyperm. comp.		+	g. w.	*	
14	D. Aline .	8	2	Kerat. parench. Lues her.		+	w.	*	
15	R. Hans .	8	2			+	r.		
16	G. Gertrud	9	2	Strab. converg. Hyperm.. . . .		+	w.	± d.	w.
17	P. Heinrich	9	2			+	w.	± d.	gg. w.
18	St. Elsa . .	9	2	Strab. conv. Hyperm.		+	r.	± d.	gg. w.
19	Sch. Max .	9½	1	Cateracta sonularis		+	r.		
20	W. Lilly .	10	2	Hypermetropie . .		+	w.	± d.	gg. w.
21	J. Anna. .	10	2			+	w.	± d.	gg. w.
22	K. Ottilie.	10	2			+	gg. w.	± d.	g.
23	M. Marie .	11	2	Ast. hyperm. invers.		±	w.	± d.	gg. w.
24	W. Marg. .	12	2	Struma diff.		+	r.		
25	K. Elis. . .	12	2	Hypermetropie .		+	gg. w.	± d. *	gg. w.
26	V. Hanna .	12	2	Strab. conv. Hyperm.		+	gg. w.	± d.	g.
27	G. Kurt .	12	2	Myopie		±	gg. w.	+ Verd. *	g. r.
28	M. Julie .	12	2			+	r.	+ sch. Verd. *	gg. w.
29	E. Ida . .	12½	2	Skrophulose		+	r.	+ d.	w.
30	M. Emma.	13	2	Hypermetropie . .		+	g.	+ d.	g.
31	B. Clara .	13	2	Mangelh. entwickelt		+	r.	± d. *	w.
32	Sp. Elise .	13	2	Astigm. myopicus		+	r.	+ d.	w.
33	W. Berta .	14	2	Anaemie, Struma diffusa		+	r.	+ d.	w.
34	P. Rosa .	14	2	Skrophulose		+	r.	+ d.	w.
35	R. Elsa. .	14	2	Hypermetropie . .		+	g.	+	g.
36	B Bechtold	15	2	Myopie mittl. Grades		±		+ d.	g. w.
37	W. Herm.	15	2			+	w.	+ d.	g.
38	M. Emil .	15	2	Strab. conv. Hyperm.		+	g.	+ d.	w.
39	G. Clara .	15	2	Starke Hypermetr. .		+	gg. w.	+	or.
40	Sch. Heinr.	15½	2	Abducensparese R.		+	w.	+ d.	g.
41	Sch. Max .	15½	1	Keratitis parenchymat.		+	g.	+	g. r.

Peripherer vord. (I.) Embryonalkernstreifen	Zentraler vorderer (II.) Embryonalkernstreifen	Zentrales Intervall	Zentraler hint. (II.) Embryonalkernstreifen	Peripherer hint. (I.) Embryonalkernstreifen	Hinterer Alterskernstreifen	Reflexionsfarbe	Hint. Abspaltungsstreif.	Hint. Kapselstreifen	Allgemeine diffuse Reflexion	Bemerkungen
±	± d.	+	< d.	±				++	s. g.	
	± d.	++	< d.					++	s. g.	
± *	± d.	++	< d.	±	*			++	gg.	* Klassifikat. unsicher
	± d.	+	< d.	±				+	s. g.	
±	± d.	+	< d.	±				+	s. g.	
	+ d.	++	< d.	±	± d	w.	+	++	gg.	
	± d.	++	< d.				+	++	s. g.	
± *	± d.	++	< < d.	± *				+	s. g.	* Klass. uns.
	± d.	++	< < d.				+	++	s. g.	
+	± d.	+	< d.	±	±			++	gg.	
	+ d.	+	± d.					+	s. g.	
± *	± d.	+	+ d.				±	+	s. g.	* Klass. uns.
± *	+ d.	+	< d.					+	s. g.	* Klass. uns.
±	± d.	+	± d.	±				+	s. g.	
±	± d.	+	< < d.	±	±	w.		+	z. st.	
	+ d.	+	< < d.	± *	*			+	z. st.	* Klass. uns.
±	± d.	+	< d.	±	±	w. g.	+	+	z. g.	
+ or.	+ or.	+	< g.	+ or.				+	st.	S = 0,3 M ·7,0 D
±	± d.	+	± d.	±	?			+	g.	
+	± d.	+	< d.	+	±	w.		+	g.	
+	± d.	+	± d.	±	±	w.		+	g.	
+	+ d.	+	< d.	+	±	g. w.		+	g.	
±	+ d.	+	d.	±			±	+	s. g.	
	± d.	+	± d.				+	+	s. g.	* Klass. uns.
±	± d.	+	< d.	±				+	s. g.	
±	± d.	+	< < d.	±	+ V.	or.	±	+	z. g.	* Scheinbare Verdoppelg.
+	+ d.	+	< < d.	+	+ V.	g.	+	+	z. st.	* wie vorher
±	± d.	+	< d.		± d.	g.	+	+	g.	
+	± d.	+	< d.	±	± d.	g.	+	+	g.	
	± d.	+	± d.		± periph. *		±	+	s. g.	* Klass. uns. (ev. periph. E. K. Str.)
+	± d.	+	< d.	+	+ d.	g. w.		+	g.	
±	+ d.	+	< d.		± d.	w.		+	g.	
	± bis o.	+	+ d.		+ d.	w.		+	s. g.	
+	± d.	+	< < d.	+	+	g.		+	g.	
	+ d.	+	< < d.		± d.	g.		+	z. g.	
+	+ d.	+	< < d.	±	± d.	g.		+	z. g.	
±	± d.	+	< < d.	±	+	g.	±	+	z. g.	
+	± d.	+	< < d.	+	+ d.	g. r.		+	z. g.	
+	+ d.	+	< d.	+	± d.	g. w.		+	z. g.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	g. w.		+	z. g.	

Nr. der Liste	Name und Geschlecht	Alter	Zahl der Augen	Augenkrankheiten Refraktions-anomalien usw.	Vord. Kapselstreifen	Vord. Abspaltungsstreifen	Reflexionsfarbe des Abspaltungsstreifens	Vorderer Alterskern-streifen	Reflexionsfarbe
42	A. Ludwig	16	1	Keratitis paren-chymat.	⩔	+	r.	+ d.	w.
43	B. Emil .	17	2		⩔	+	g.	+ d.	g.
44	R. Marg. .	17	2	Myopie	⩔	+	r.	+ d.	g. w.
45	G. Albert.	18	2		⩔	+	r.	+ sch. V.	r. g.
46	L. Ida . .	19	2		⩔	+	r.	+	g. r.
47	E. Ludwig	21	2	Astigm. hypermetr.	⩔	±		+	g.
48	N. Friedr.	21	1	Abulbie R.	⩔	+	r.	+ d.	g.
49	F. Artur .	21	2	Str. converg Hyper-metr.	⩔	+	r.	+ sch. V.	g.
50	N. Joseph	22	2		⩔	+	w.	+ sch. V.	g.
51	F. Adolf .	22	2		=	+	r.	+	g. r.
52	H. Joseph	22½	2		⩔	+	w.	+ d.	g.
53	R. Walter	23	2		⩔	+	r.	+ sch. V.	g. g.
54	F. Albert .	23	2	Hypermetropie . .	=	+	w.	+ d.	g. g.
55	N. Conrad	24	2		=	+	r.	+	g. g.
56	V. Hans .	25	2		=	+	r.	+	g. g.
57	K. Ludw. .	26	2	Alte Amotio reti-nae R.	=	+	r.	+ sch.	g. g.
58	L. Maurice	26	1	Herpes corneae L .	=	±	r.	+	g. g.
59	R. Gustav	27	2		⩔	+	r.	+	r. g.
60	Sch. Jules	28	2	Multiple Sklerose .	⩔	+	g.	+ d.	g. g.
61	H. Jakob .	28	2		=	+	r.	+	g. r.
62	Sp. Jul. . .	28	2		=	+	g. w.	+ s. br.	g. r.
63	O. Jakob .	29	2	Chorioiditis disse-minata	⩔	+	r.	+ d.	g. r.
64	N. Ernst .	29	2		=	+	r.	+ sch. V.	g. g.
65	W. Ludwig	29	2	Leucoma corneae L	=	+	r.	+	g. g.
66	M. Alfred.	30	2	Hypermetropie . .	=	+	r.	+ s. br.	g. r.
67	Sch. Jakob	30	2		=	+	g.	+	g. g.
68	L. Rosa .	31	2	Chorioiditis disse-minata	=	+	r.	+	r. g.
69	B. Julius .	32	1	Kalkverätzung L .	=	+	r.	+	g. r.
70	G. Oswald	32	2		=	+	r.	+ s. br.	g. r.
71	S. Adolf .	32	2		=	+	r.	+	g. g.
72	P. Fritz .	35	2	Myopie	⩔	+	w.	+ d.	g. g.
73	H. Fritz .	36	2	Retinitis centralis .	=	+	w.	+ s. br.	g. r.
74	W. Heinr.	36	1	Hornhautverät-zung L	=	+	r.	+	g. r.
75	M. Lina .	37	2	Astigmatismus mix-tus	=	+	r.	+	g. g.
76	M. Gust. .	43	2	Chorioretinitis cen-tralis	=	+	r.	+	g. r.
77	St. Ferd. .	46	2	Frühzeit. Senium. .	=	+	r.	+ sch. V.	r. g.
78	H. Gust. .	48	2	Maculae corneae .	=	?		+	g. g.
79	V. H. . .	49	2	Neuritis retrobul-baris	=	+	r.	+ sch. V.	g. r.
80	Sch. G. . .	49	2	Retinitis centralis .	=	+	r.	+	g. r.

Peripherer vord. (I) Embryonalkernstreifen	Zentraler vorderer (II) Embryonalkernstreifen	Zentrales Intervall	Zentraler hinterer (II) Embryonalkernstreifen	Peripherer hinterer (I) Embryonalkernstreifen	Hinterer Alters-kern-streifen	Reflexionsfarbe	Hint. Abspaltungsstreif.	Hint. Kapselstreifen	Allgemeine diffuse Reflexion	Bemerkungen
+	+ d.	+	< d.	+	+ d.	g.		+		
+	+ d.	+	< d.	+	+ d.	g. g.	+	+	g. g.	
+	± d.	+	< d.	±	± d.	w.		+	g.	
+	± d.	+	< d.	+	+ d.	r. g.		+	z. st.	
+	± d.	+	< d.	+	+ d.	g.		+	z. g.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	g. g.		+	z. st.	
+	± d.	+	<	+	+ d.	g.		+	g.	
+	± d.	+	< d.	+	+ d.	g. r.		+	g.	
+	± d.	+	< d.	+	+ sch. V.	g. g.	+	+	m. st.	
	± d.	+	± d.		+	g. r.	±	+	g.	
+	± d.	+	< +	+	+ d.	g. g.	+	+	z. g.	
+	+ d.	+	< d.	+	+ d.	g.	±	+	z. st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+ d.	g. g		+	m. st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	g. r.		+	m. st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	g. r.		+	m. st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	g. g.	+	+	m. st.*	* R. deutlich stärker als L.
+	+ br.	+	< br.	±	+	g. g.		+	m. st.	
uns.	+ d.	+	< d.		+	r. g.		+	m. st.	
+	± d.	+	< d.	uns.	+ d.	g. g.		+	z. g.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	g. r.		+	z. st.	
+	+ d.	+	< d.	±	+ s. br.	g. r.		+	z. g.	E. K. Syst. L. deutlicher
+	+ br.	+	< br.	+	+ d.	g. r.		+	m. st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	g. r.		+	z. st.	
+	± d.	+	< d.	+	+	g. g. r.	±	+	z. st.*	Zentr. Refl. gering
+	+ d.	+	< d.	+	+ s. br.	r. g.	+	+	m. st.	
+	+ z. br.	+	< d.	+	+	g. g.		+	m. st.	
+	+ br. u. d.	±	< br. u. d.	+	+	r. g.		+	st.*	Zentr. Refl. sehr stark
+	+ d.	+	< d.	+	+	or.		+	z. g.	
+	+ br.	+	< br.	+	+ s. br.	g. r.		+	z. st.	
+	± d.	+	< d.	+	+	g. g. r.		+	m. st.	
+	+ d.	+	< d.	±	+ d.	g. r.		+	z. st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+ s. br.	g. g.	±	+	m. st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+ sch. V.	r. g.	+	+	z. g.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	g. g.	±	+	z. st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+ d.	g. r.	+	+	z. st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	g. r.		+	z. st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	g. r.		+	s. st.	
+	+ d. u. br.	+	+ d. u. br.	+	+	g. r.	±	+	st.	
±	+ confl.	+	+ confl.	±	+	or.	±	+	st.	

Nr. der Liste	Namen und Geschlecht	Alter	Zahl der Augen	Augenkrankheiten Refraktions-anomalien usw.	Vord. Kapselstreifen	Vord. Abspaltungs-streifen	Reflexionsfarbe des Abspaltungsstreifens	Vorderer Alterskern-streifen	Reflexionsfarbe
81	H. M. . .	50	2		=	+	g.	+	g. r.
82	E. F. . . .	51	2	Hypermetropie. . .	=	confl.	r.	+	g. r.
83	G. J. . . .	53	1	Cateracta nuclearis	=			+	g. g.
84	M. Wilh. .	56	1	Glaucoma absolut.	=	+	r.	+	g. r.
85	M. Otto .	54	2	Myopia magna . .	=	+	r.	+ s. br.	or.
86	J. Amalie .	58	2	Chorioretinitis centralis	=	confl.?	r.	+ s. br.	or.
87	V. Albert .	58	1	Staphyloma corneae L.	=	?		+ s. br.	g. r.
88	V. Crescent	60	2	Cataracta in cipiens	=	+	r.	+	g. r.
89	S. Nikolaus	63	2	Retinitis centralis .	=	+	r.	+	or.
90	E Christine	63	2	Amotio retinae L. .	=			+	w.
91	B. Domin.	64	2		=	confl.?	r.	+ s. br.	or.
92	G. Luise .	65	2		=	confl.?	r.	+ s. br.	g. g.
93	H. Anton.	66	2	Cataracta nuclearis	=			+ hint. confl.	g. g.
94	Ü. Anton.	66	1	Abulbie L. (Glauc. haem.	=			+	g. g.
95	B. Franz .	67	1	Cataracta senilis. .	=			+ s. br.	or.
96	St. Heinr..	67	2	Chorioretinitis . . .	=	confl.?	r.	+	g. r.
97	St. Albert	68	1	Abulbie L.	=	±	r.	+ ansch. V.*	g. r.
98	V. Albert.	70	2	Retinalblutung L. .	=			+ s. br.	g. grün!
99	G. Philipp	72	2	Hyperopie	=			+	g. g.
100	R. Georg .	72	1	R. Herpes zoster ophth.	=			+	or.
101	B. Elisab..	73	2	Cataracta nuclearis	=			+	or.
102	S. Adolf .	74	2	Cataracta senilis inc.	=			+	g. g.

ich mich vorläufig nicht auszusprechen. Bei ihrer makroskopischen Sichtbarkeit dürfte sie wohl nicht direkt mit dem Linsenchagrin in Beziehung stehen. Um nach einer Analogie in der Natur zu suchen, steht sie vielleicht als gröbere Faserstruktur mit dem Linsenchagrin in irgendeiner Beziehung, etwa so, wie die grobe, grubig-längs- oder querstreifige Struktur mancher Bryophytenperistome bei schwacher Vergrösserung mit deren feineren papillösen Zeichnung bei starker Vergrösserung.

2. Die vordere Abspaltungssfläche.

Wie Vogt hervorhebt, ist die vordere Abspaltungsfläche nur bei Kindern und jugendlichen Erwachsenen deutlich. Von 102 Untersuchten liess sie sich in 82 Fällen sicher nachweisen, also in 80%; 20% blieben unsicher oder fehlend. Unter diesen letzteren waren

Peripherer vord. (I.) Embryonalkernstreifen	Zentraler vorderer (II.) Embryonalkernstreifen	Zentrales Intervall	Zentraler hinterer (II.) Embryonalkernstreifen	Peripherer hinterer (I.) Embryonalkernstreifen	Hinterer Alters-kern-streifen	Reflexionsfarbe	Hint. Abspaltungsstreif.	Hinterer Kapselstreifen	Allgemeine diffuse Reflexion	Bemerkungen
+	+ confl.	+	< confl.	+	+	or.	+	+	st.	
+	+ d.	+	< d.	+	+	or.		+	z. st.	
+	+ confl.	±	< confl.	+	+	or.		+	s. st.	
+	+ d. u. br.	+	< d. u. br.	+	+	or.		+	st.	
+	+ confl.	+	< confl.	+	+ s. br.	or.		+	z. st.	
+	+ confl.	+	< confl.	+	+ s. br.	or.		+	s. st.	
+	+ confl.	+	< confl.	+	+ s. br.	or.		+	z. st.	
+	+ confl.	+	< confl.	+	+	or.		+	z. st.	
+	+ d. u. br.	+	< d. u. br.	+	+	or.		+	st.	
+	+ d. u. br.	+	< d. u. br.	+	+	or.		+	st.	
+	+ d. u. br.	+	< d. u. br.	±	+ br.	or.		+	st.	
±	+ d.	+	< d.	±	+ br.	or.		+	z. g.	
confl.	confl.	O	confl.	confl.	+ v. confl.	or.		+	s. st.	
+	+ d.	+	< d.	±	+	or.		+	z. g.	Zentrale Refl. auffällig
confl.	confl.	O	confl.	confl.	confl.	or.		+	s. st.	
+	+ d. u. br.	+	< d. u. br.	+	+	or.		+	s. st.	
	+ d.	+	< d.		+ ansch. V.*	or.		+	z. st.	* hier wohl echte Verdoppelung
+	+ confl.	+	< confl.	+	+	or.		+	st.	
confl.	confl.	+	confl. <	confl	+	or.		+	st.	
confl.	confl.	+	confl. <	confl.	+	g. r.		+	st.	
confl.	confl.	+	confl. <	confl.	+	g. r.		+	st.	
+	confl.	+	< confl.	+	+	or.		+	s. st.	

nur drei im Alter unter 45 Jahren mit negativem Befund, ohne näher erklärbare Ursache. Die negativen Befunde im Alter von 45 bis 74 Jahren zeigten mehr oder weniger stark ausgesprochenes Alterskernrelief. Die Farbe des Reflexionsstreifens war in der Regel rötlichweiss, in 70 % aller Untersuchten. Dabei war die Reflexion, wie schon Vogt betonte, lichtstark, der Streifen schmal. Die Streifendicke betrug in den Fällen mit rötlich-weissem Reflex durchschnittlich nur $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{3}$ der Kapselstreifenbreite. Die vordere und namentlich die hintere Grenze war sehr oft mit zunehmendem Alter feinst krenuliert bis feinwellig bei schwacher Lupenvergrösserung. Nach Vogt ist der vordere Abspaltungsstreifen im axialen Teile sehr oft nicht vom Kapselstreifen getrennt. Diese Beobachtung lässt sich oft machen, je steiler der Einfall des Lichtbüschels gewählt wird. Bei streifender Inzidenz des Lichtes wird aber meistens die schmale, peripher deutlich divergente

dunkle Trennungslinie auch axial durchgehend, und wohl ausnahmslos gelingt es beim Wandernlassen der Lampe nach der Peripherie und oft nur dort, den scheinbar einfachen Kapselstreifen in einen Kapsel- und in einen Abspaltungsstreifen von typischem Verhalten aufzulösen.

Im höheren Alter macht es den Anschein, als ob der vordere Abspaltungsstreifen mit dem Alterskernstreifen bzw. mit dessen welliger Vorderfläche in Beziehung treten würde.

3. Der vordere Alterskernstreifen.

Die Anwesenheit des vorderen Alterskernstreifens wurde im ersten Jugendalter mit Sicherheit bei einem sechsjährigen Mädchen mit Hypermetropie und Strabismus convergens beobachtet. Wahrscheinlich sind auch die zwei Untersuchungsresultate von zwei Fünfjährigen hierzurechnen; doch lässt sich bei dem breiten dunkeln Abstand von vorn und dem Fehlen eines zweiten parallelen Streifens weiter hinten nicht mit Sicherheit sagen, ob die leicht gelblich reflektierende, schmale und diffuse Diskontinuitätsfläche dem Alterskern oder aber dem ersten (peripheren) vordern Embryonalkern zuzuschreiben ist. Der Farbton derselben würde eher zugunsten des vorderen Alterskernstreifens sprechen. Bei dem sechsjährigen Mädchen dagegen sind beide Systeme deutlich nachweisbar. Damit ist die Deutung einwandfrei. Vom achten Lebensjahre an lässt sich der Alterskernstreifen häufiger und häufiger nachweisen, wird aber in einem Falle selbst im zwölften Lebensjahre noch vermisst, um von da weg bei keiner Untersuchung mehr zu fehlen. Im allgemeinen scheint der Zeitraum vom achten bis zehnten Lebensjahre bestimmend zu sein für das Deutlichwerden der gesamten Diskontinuitätsfläche. Dabei ist die Reflexionsfarbe, für die in den mittleren und höheren Altersstufen ein rötliches Gelb bis Orange charakteristisch ist, wie dies auch Vogt durch seine Untersuchungen angibt, bis zur vollendeten Reife auffällig wechselnd zwischen Weisslich, Gelblich, Gelb, Gelbrötlich bis Grüngelb in allen Nuancen. Wenige Fälle im mittleren und höheren Alter fielen auf durch weissliche oder bleichgrüne Reflexion des vorderen, bei leuchtendem Gelbrot oder Orange des hinteren Alterskernstreifens.

Die Lichtstärke des Alterskernstreifens ist in der Kindheit bis zum zwölften Lebensjahre in der Regel sehr gering, die Begrenzung diffus. Etwa bis zum 25. Lebensjahre, d. h. bis zur Vollendung auch des letzten Längenwachstums, ist der vordere Kapselstreifen stets deutlich lichtstärker als der vordere Alterskernstreifen; die Konturen des letzteren werden ungefähr von diesem Zeitraum an langsam deutlicher und schärfer. In ziemlich jähem Übergang — zwischen dem 23. und 25. Lebensjahre durchschnittlich — tritt nun die Inversion ein; die Reflexion des Alterskernstreifens ist von da an mindestens so stark

wie die des vorderen Kapselstreifens, und mit zunehmendem Alter weist sie überhaupt die grösste Lichtstärke des gesamten Systems auf. Aus unserer Tabelle berechnen wir mit allem Vorbehalt wegen des geringen statistischen Materials für den Alterskernstreifen folgende Werte: Zahl der Untersuchten 102 = 100 %, davon mit Alterskernstreifen 91 = 90 % (die unsicher klassifizierten Streifen mitgerechnet), ohne Alterskernstreifen 11 Fälle = 10 %.

Zahl der untersuchten bis zu acht Jahren (inkl.) 15 = 100 %, davon mit Alterskernstreifen 6 = 40 %, ohne Alterskernstreifen 9 = 60 %

Zahl der Untersuchten bis zu zwölf Jahren (inkl.) 28 = 100 %, davon mit Alterskernstreifen 17 = 60,7 %, ohne Alterskernstreifen 11 = 39,3 %.

Zahl der Untersuchten vom 9. bis 12. Lebensjahre (inkl.) 13 = 100 %, davon mit Alterskernstreifen 11 = 84,6 %, ohne Alterskernstreifen 2 = 15,4 %.

Bis zum zurückgelegten achten Lebensjahre ist demnach das Fehlen des Alterskernstreifens eher die Regel. Zwischen dem neunten und zwölften lässt sich in $^5/_6$ aller Fälle eine entsprechende Diskontinuitätsfläche nachweisen. Vom 13. Lebensjahre an berechnet sich ihre Anwesenheit auf 100 %. Bei 91 Untersuchten mit positivem Befund wurde die leuchtende Gelb- bis Orangefärbung 55mal oder in 60 % gefunden, bei 45 Untersuchten im Alter bis zu 25 Jahren in 10 Fällen oder 22,2 %, vom 26. bis 74. Lebensjahre in 46 Fällen 44mal oder in 90 %, d. h. vom zurückgelegten 25. Jahre an ist die Gelbfärbung des vorderen Alterskernstreifens fast konstant nachweisbar.

Berechnen wir auf die gleiche Zahl von 46 Untersuchten im Alter von 26. bis 74 Jahren das Lichtstärkenverhältnis der beiden vorderen Diskontinuitätsflächen, so finden wir den Kapselreflexionsstreifen nur in vier Fällen lichtstärker, also in 8,7 %. In 91,3 % ist die Alterskernfläche nunmehr mindestens ebenso lichtstark oder lichtstärker, d. h. in einem Zahlenwerte, der dem der Gelbfärbung sehr nahe kommt. Voraussetzung zu diesem Vergleich ist die Vornahme der Untersuchung bei diffuser Reflexion, wie dies in der Einleitung zur Untersuchungstechnik ausgeführt wurde.

Echte Verdoppelungen des Alterskerns liessen sich nicht mit Sicherheit nachweisen. Am ehesten noch müsste man den Fall Nr. 97 der Tabelle hierher rechnen, dessen zweiter Streifen allem Anschein nach nicht dem Embryonalkern angehört. Eine Reihe von vermutlich scheinbaren Verdoppelungen dürfte dagegen im mittleren Alter zwischen 25—35 und 40 Jahren nicht gerade selten sein, wie die Fälle Nr. 53, 64, 74 und andere zeigen. Bei diesen liegt zwischen einem vorderen und hinteren leuchtend gelbrot reflektierenden, ziemlich scharf begrenzten Streifen eine mehr oder weniger optisch leere lichtschwächere

Mittelzone. Diese zeigt jedoch in allen untersuchten Fällen deutlich stärkere diffuse Reflexion, wie die beiden angrenzenden dunkeln Intervalle vor und hinter dem Alterskernstreifen. Mit einer unklaren Ausnahme im hohen Alter wurde diese Erscheinung nach Ausbildung des Kernreliefs nicht mehr beobachtet. Es scheint demnach, dass eine Verdichtung der Alterskernzone anfangs nicht ganz selten in der hinteren und vorderen Grenzzone beginne, um schliesslich die ganze Streifenbreite gleichmässig auszufüllen. Für diese Annahme spricht auch der Breitenabstand der primären Pseudoverdoppelungen. Die Gesamtmächtigkeit des Alterskernstreifens nimmt bis ins hohe Alter anscheinend zu. Aus zarten Anfängen im Kinder- und Pubertätsalter erreicht sie am Ende der Wachstumsperiode im Durchschnitt die zwei- bis dreifache Kapselreflexbreite. Mit der Involution scheint auch der dunkle Streifen vor dem Alterskern mehr und mehr sich zu verschmälern; es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass schliesslich auch der vordere Abspaltungsstreifen mit dem Alterskernstreifen verschmilzt. Dabei ist die vordere Begrenzung schon frühzeitig — durchschnittlich bald nach Abschluss der Wachstumsperiode — schärfer konturiert, die hintere im allgemeinen etwas später.

Durchschnittlich mit dem 45. Jahre, d. h. mit dem Deutlichwerden der Kernplastik, wird die vordere Begrenzung uneben wellig, grubig, ab und zu mit eigentümlich wurmförmiger Struktur der vorderen Partien, oft in einer ziemlich breiten Zone. Strebepfeiler- oder strahlenartige Strukturen der hinteren zwei Drittel bis drei Viertel können sich daran reihen zu einem farbenprächtigen Bilde. Ihre Ausbildung steht offenbar in engster Beziehung zum Kernrelief. Bei 25 Untersuchten von über 45 Jahren konnte diese Erscheinung der unebenen Begrenzung des Alterskernstreifens 23mal oder in 92 % nachgewiesen werden.

Dem Alterskernstreifen folgt ein dunkler Zwischenraum von grosser Konstanz in der Anlage und in den Breitenverhältnissen, der sich vom Embryonalkerngebiet deutlich getrennt bis ins hohe und höchste Alter nachweisen lässt. Bei Linsen mit beginnendem Kernstar ist dieses dunkle Intervall besonders deutlich zwischen (trübem) Embryonalkern- und dem Alterskernstreifen (vgl. Vogt l. c.[1]) S. 100).

4. Der periphere vordere Embryonalkernstreifen.

Der periphere vordere Embryonalkernstreifen erscheint als Grenzstreifen des Embryonalkerngebietes nach vorn. Seine Ausbildung ist sehr viel unregelmässiger als die des Alterskernstreifens in bezug auf Vorkommen, Lichtstärke, Breite und Begrenzung. Bei 102 unter-

1) S. Anm. 1 S. 7.

suchten Personen fand er sich 87mal oder in 85,3%, und zwar fehlte er einmal allem Anschein nach im hohen Alter bei einem Achtundsechzigjährigen, während umgekehrt ein dreieinhalbjähriges Mädchen, das jüngste untersuchte Kind, denselben bereits in aller Deutlichkeit aufwies. Bei einer Reihe von Kindern im Alter von 4 bis 12 Jahren liess sich nicht sicher entscheiden, ob der einzige vordere Streifen dem Alterskern- oder dem Embryonalkernsystem zuzuzählen sei, so in den Fällen Nr. 3, 8, 13, 14 und 25. Unter Ausschluss der ersten neun Jahre finden wir vom 10. Lebensjahre an bis zum 74. bei 83 Individuen den erwähnten Streifen in 73 Fällen oder in 91,5%. Charakteristisch scheinen grünliche Reflexion, Schmalheit und diffuse Begrenzung zu sein. Während in den ersten Lebensjahren der erstere vordere und hintere Embryonalkernstreifen nicht so selten den Alterskernstreifen an Lichtstärke und Deutlichkeit übertreffen, ist dies später nach erlangter Reife anscheinend nicht mehr der Fall. Dagegen konfluiert derselbe häufig vom 45. Lebensjahre an mit dem zweiten vorderen Embryonalkernstreifen. Unter 25 Personen von über 45 Jahren traf dies 12mal oder in 48% zu.

5. und 6. Der zentrale vordere und hintere Embryonalkernstreifen.

Mit dem zentralen Intervall sind diese beiden Streifen im höheren Alter vielleicht das auffälligste Gebilde im ganzen optischen Querschnitt, insofern dieselben mit dem zentralen dunkeln Intervall, gegen das sie sich flach abstutzen, und der peripheren hochkonvexen Begrenzung einer Kaffeebohne oder einer Semmel in ihren Umrissen auffällig ähnlich sehen. Wenn sie mit den zugehörigen peripheren Embryonalkernstreifen im höheren Alter verschmelzen, so ist ihre Form ungefähr die zweier, durch eine dunkle Zone getrennter Halbkugeln. Dabei ist jedoch der hintere Streifen wohl stets lichtstärker, grösser und breiter wie der vordere: die gesamte Asymmetrie der hinteren Linsenhälfte im optischen Querschnitt scheint daraus ihren Ursprung zu nehmen. Wohl ebenso konstant erwies sich die Anwesenheit der optisch leeren Mittelzone des zentralen Intervalls. Nur in 2 von 102 Fällen (bei ausgesprochener Cataracta nuclearis) zeigte sich dieselbe ebenso stark reflektierend wie das übrige Kerngebiet, konfluierten demnach die beiden asymmetrischen Halbkugeln mit ungleichem Krümmungsradius zum homogen grünlich reflektierenden Embryonalkerngebiet.

Niemals fehlten diese beiden zentralen Embryonalkernreflexe völlig; in der zartesten Jugend sind sie in der Regel auf eine weissliche oder grünlich-weisse lichtschwache Reflexion unmittelbar auf den Schenkeln der Embryonalkernnähte und in Parallaxe mit ihnen beschränkt. Dabei

erscheint stets entsprechend den Grössenverhältnissen des hinteren Ypsilon der zugehörige Reflexionsstreifen grösser und lichtstärker. Die Begrenzung ist dann sehr diffus. Man könnte so ebenso zweckmässig von einer vorderen und hinteren zentralen diffusen Reflexion sprechen, wenn ein wohl charakterisierter Übergang zum gewöhnlichen, oben beschriebenen Bilde aufzufinden wäre. Das letztere ist nun nicht der Fall, und so finden wir schon in der Kindheit typisch ausgesprochene Semmelformen und hinwiederum bis ins höhere Alter die lichtschwache diffuse zentrale Reflexion der frühen Jugend, beim Greisen den Embryonalkern des Kindes. Wir beobachten hier eine anscheinend nicht so seltene Diskordanz in der Entwicklung der embryonalen und postembryonalen Linsenteile.

7. Der periphere hintere Embryonalkernstreifen.

Seine morphologischen Eigentümlichkeiten sind die des vorderen. Seine Konvexität ist stets stärker. Im allgemeinen tritt er gleichzeitig mit jenem in die Erscheinung. Aus unserer Tabelle berechnet sich die Häufigkeit seines Vorkommens auf 85 Fälle von 102 Untersuchten oder auf 83,3 %. Die leichte Differenz ist unter Umständen den technisch nunmehr etwas schwierigeren Verhältnissen zuzuschreiben, so dass wohl behauptet werden darf, dass mit verschwindenden Ausnahmen bei Vorhandensein des peripheren vorderen Embryonalkernstreifens auch der hintere sich nachweisen lassen muss. Aus unserer Tabelle berechnet, findet sich vom 10. Lebensjahre an der vordere Streifen bei 83 Individuen 76mal, der hintere bei 83 Individuen 73mal. Auf den hinteren peripheren Embryonalkernstreifen folgt mit der gleichen Regelmässigkeit wie vorn ein optisch leeres Intervall, aus welchem heraus wir nach hinten unmittelbar auf den hinteren Alterskernstreifen stossen.

8. Der hintere Alterskernstreifen.

Der hintere Alterskernstreifen ist in grossen Zügen vollständig eine Rekapitulation seiner homologen vorderen Diskontinuitätsfläche. Es sollen daher hier nur seine kleinen Abweichungen von diesem besonders beschrieben werden.

Vorerst zu erwähnen bleibt sein kleinerer Krümmungsradius, dementsprechend seine stärkere Konvexität.

Die Gelbfärbung ist noch konstanter und mit stärkerer Beimischung von Orange oder Rot.

Bei gleicher Breite bleibt die Begrenzung öfters diffuser, die hintere Grenze nach dem zurückgelegten 45. Lebensjahre oft weniger uneben bis völlig glatt. Besonderheiten in der inneren Struktur entsprechen dem jeweils zugehörigen vorderen System, wobei jedoch die grösseren technischen Untersuchungsschwierigkeiten zu berücksichtigen sind.

Von 102 Untersuchten finden wir ihn 85mal oder in 83,3 %. In 17 Fällen oder in 16,7 % war er nicht nachweisbar. Für die einzelnen Altersstufen ergeben sich vergleichsweise folgende Werte:

Zahl der Untersuchten bis zu 8 Jahren (inklusive) 15 oder 100 %. Davon mit hinterem Alterskernstreifen 4 oder 26,7 %, ohne hinteren Alterskernstreifen 11 oder 73,3 %.

Zahl der Untersuchten bis zum 12. Jahre (inklusive) 28 oder 100 %. Davon mit hinterem Alterskernstreifen 12 oder 43 %, ohne hinteren Alterskernstreifen 16 oder 57 %.

Zahl der Untersuchten vom 9. bis 12. Lebensjahre 13 oder 100 %. Davon mit hinterem Alterskernstreifen 8 oder 61,5 %, ohne hinteren Alterskernstreifen 5 oder 38,5 %.

Bis zum 8. Lebensjahre ist das Fehlen des Streifens noch ausgesprochener und bleibt in dem Zeitraum vom 9. bis 12. Jahre noch bei zwei Fünfteln der Untersuchten weiter bestehen. Der hintere Alterskernstreifen entwickelt sich demnach durchschnittlich etwas später als der vordere und erscheint nach unserer tabellarischen Zusammenstellung erst vom 16. Lebensjahre an konstant in 100 % der untersuchten Fälle. Vom 13. bis 16. Lebensjahre ist er in zwölf untersuchten Fällen 10mal vorhanden oder in 83,3 %. Ob dabei Refraktionsanomalien eine Rolle spielen, lässt sich aus der geringen Zahl des bunt zusammengestellten Materials nicht ersehen.

Die ganze Entwicklung des hinteren Alterskernstreifens scheint in bezug auf Breite, scharfe Begrenzung, Lichtstärke und Relief, im Alter verglichen zum vorderen, etwas langsamer, zögernder, nachschleppender sich zu gestalten, ein Unterschied, der vielleicht am besten in den Jahren unmittelbar nach der Pubertät zum Ausdruck kommt, ohne dass er sich genauer definieren liesse, — sofern nicht Beobachtungsfehler vorliegen sollten.

Die Gelb-bis Orangefärbung dagegen ist konstanter und schon vom 25. Jahre an in 100 % nachweisbar. Auf insgesamt 85 Untersuchungen von 3½ bis 74 Jahren konnte sie 57mal oder in 67 % konstatiert werden.

9. Der hintere Abspaltungsstreifen.

Der hintere Abspaltungsstreifen wurde schon von Vogt in seiner Arbeit „Die Diskontinuitätsflächen der menschlichen Linse“ näher beschrieben.

Bei den wachsenden technischen Schwierigkeiten einer gleichwertigen Untersuchung der tiefsten Linsenteile ist dessen Nachweis am schwierigsten, sein Fehlen mit Vorsicht zu deuten. Morphologisch scheint ausser vermehrter Krümmung nichts denselben von seinem vorderen homologen Streifen zu unterscheiden. Auf 102 Untersuchungen glauben wir denselben 19mal nachgewiesen zu haben, vorwiegend im jugendlichen und mittleren Lebensalter.

10. Der hintere Kapselstreifen.

Der hintere Kapselstreifen entspricht in seiner Konstanz der Ausbildung dem vorderen durchaus. Im allgemeinen erscheint er eher etwas breiter und mit zunehmendem Alter mehr und mehr gelb bis orangegelb. Seine Konvexität ist stärker, seine Lichtreflexion etwas geringer.

Die diffuse Reflexion des gesamten optischen Linsenquerschnittes pflegt in der Jugend im allgemeinen relativ gering zu sein, um sich im Verlaufe des Alterns mehr und mehr zu verstärken. Dabei bestehen aber Unterschiede bei verschiedenen Individuen der gleichen Altersstufe. Hier ist vorwiegend die extraembryonale Zone betroffen; dort sind die äusseren Schichten relativ wenig diffus reflektierend, bei starker Beteiligung des Embryonalkerngebietes. Embryonalkerngebiet und äussere Schichten scheinen zuweilen nicht gleichmässig zu „altern", durchlaufen zueinander mehr oder weniger unabhängige Entwicklungsphasen.

Die von Vogt erwähnte, bisweilen vorhandene lamelläre Struktur der dunkeln Zwischenzonen aus Diskontinuitätsstreifen zweiter Ordnung konnten wir im Gebiete ausserhalb des peripheren Embryonalkernstreifens öfter, innerhalb desselben nicht mit Sicherheit nachweisen.

B. Praktische Bedeutung.

Vogt betont in seinen Arbeiten über die Diskontinuitätsflächen[1,2,3]) besonders den Wert der letzteren zur genaueren topographischen Lokalisation pathologischer Linsenveränderungen, eventuell unter Zuhilfenahme der Nahtsysteme. Vielleicht bestehen Beziehungen dieser Streifen zu Entwicklungsphasen, zu allgemeinen Entwicklungsstörungen, Wachstumsstörungen, zu Krankheiten des Kindesalters, insbesondere Rachitis und Tetanie, zu gewissen Refraktionsanomalien. Endlich könnte uns der optische Querschnitt der Linse innerhalb gewisser Grenzen über das Alter der betreffenden Person orientieren.

V. Schlussfolgerungen.

Die vorliegende Untersuchungsreihe soll den Versuch abgeben zu einer statistischen Grundlage für die Diskontinuitätsflächen der Linse. Zwei dieser letzteren sind dabei im Lichte der Spaltlampe zuerst von Gullstrand selbst gesehen worden und wurden mit den Hess'schen Spiegelbildchen identifiziert; die übrigen hat als erster Vogt beobachtet und genauer beschrieben.

Die Gullstrand'sche Spaltlampe schon allein oder in Verbindung mit gewöhnlicher Lupenvergrösserung, namentlich aber im Verein mit

1) S. Anm. 1 S. 8. 2) S. Anm. 1 S. 10. 3) S. Anm. 1 S. 7.

dem Cornealmikroskop, gestattet eine viel weitgehendere innere morphologische Gliederung der normalen und pathologischen Linse als alle bisher angewandten Methoden. Insbesondere ist sie der von früheren Autoren angewendeten Bildchenmethode weit überlegen.

Die von Vogt zuerst eingehender beschriebenen zehn Diskontinuitätsflächen der Linse im Spaltlampenbüschel bei axialer Beleuchtung beim erwachsenen Menschen bestätigten sich bei unseren Untersuchungsreihen.

Am inkonstantesten scheint sich, vielleicht aus Gründen technischer Unzulänglichkeiten, der hintere Abspaltungsstreifen zu verhalten, so dass über dessen Natur sich aus unserem Material nichts Sicheres ableiten lässt.

Der vordere und hintere Kapselreflexionsstreifen liess sich in jedem Falle nachweisen. Er zeichnet sich ausserdem durch seine konstanten Verhältnisse in der Breite oder Mächtigkeit aus, verglichen zu den anderen Streifen bei gleichen Untersuchungsbedingungen.

Mit den frühesten Pubertätsjahren und schon vorher erscheint zum erstenmal der Alterskernstreifen in einem wechselnden Prozentsatz, vorerst nur zart und diffus, von geringer Lichtstärke. Nach dem 13. Jahre konnten wir ihn in jedem Falle nachweisen. Nach vollendetem Wachstum nimmt seine Lichtstärke und Breite ziemlich sprunghaft zu; mehr und mehr tritt eine Gelbfärbung desselben auf.

Die Anwesenheit des vorderen Abspaltungsstreifens erweist sich in der Jugend und im mittleren Alter bis zur Involution fast konstant. Von der Entwicklung des Alterskernreliefs an gelingt sein Nachweis immer seltener. Über die Art seines Verschwindens oder Konfluierens mit anderen Systemen sind wir vorläufig auf Vermutungen angewiesen.

Der periphere vordere Embryonalkernstreifen ist in seinem ersten Auftreten unregelmässiger als der Alterskernstreifen. Die Pubertät scheint keinen so bestimmenden Einfluss auf sein Erscheinen zu besitzen. Charakteristisch für ihn dürften sein: diffuse Begrenzung, grünliche Reflexion, geringere Lichtstärke. Scheinbare Konfluenz mit dem zentralen vorderen Embryonalkernstreifen erscheint vom Beginn des Seniums an zunehmend häufiger.

Die beiden zentralen Embryonalkernstreifen mit dem zwischenliegenden dunkeln Intervall lassen sich in ihren Anfängen als zentrale vordere und hintere diffuse Reflexion in engster Beziehung mit den Embryonalkernnähten schon in frühester Jugend nachweisen. Sie ist sehr konstant in ihrem Vorkommen; doch ist ihre Ausbildung sehr ungleich durch alle Altersklassen.

Der periphere hintere Embryonalkernstreifen entspricht in Ausbildung und Vorkommen dem vorderen.

Der hintere Alterskernstreifen erscheint vielleicht durchschnittlich etwas später als der vordere. Erst nach erreichter Pubertät pflegte

er konstant nachweisbar zu sein. Auch seine sonstige Entwicklung scheint in vielen Fällen hinter der des vorderen etwas nachzuschleppen.

Der dunkle Zwischenraum zwischen den Alterskernstreifen und den peripheren Embryonalkernstreifen sowie das zentrale Intervall behält mit grosser Konstanz bis ins höchste Alter hinaus bei nicht kataraktösen Linsen seine „optische Leere", d. h. geringe Reflexion verglichen zu den Diskontinuitätsflächen.

Es bleibt mir zum Schlusse noch die angenehme Pflicht, meinem verehrten Chef, Herrn Prof. Dr. A. Vogt, Direktor der Universitäts-Augenheilanstalt Basel, für die Anregung zu dieser Arbeit, für die gütige Überlassung des klinischen und poliklinischen Untersuchungsmaterials sowie für seine wertvolle Unterstützung bei ihrer Ausführung meinen besten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Die Reproduktionen der drei vorliegenden „optischen" axialen Linsenquerschnitte erfolgten bei mittlerer Lupenvergrößerung (ca. vier- bis fünffach linear). Dementsprechend sind auch unter Beobachtung des im technischen Teile Ausgeführten die linearen Maasse der Abbildungen gehalten. Die Krümmungsradien der hinteren Linsenhälfte wurden hingegen kleiner als der Wirklichkeit entsprechend gewählt, in der Absicht, in dem schmalen optischen Ausschnitt aus dem ganzen vertikalen Linsenmeridian die asymmetrischen Verhältnisse zwischen vorderer und hinterer Linsenhälfte und insbesonders im Embryonalkerngebiet mit genügender Anschaulichkeit zur Darstellung zu bringen.

Abbildung I. Diskontinuitätsflächen der Linse eines dreizehnjährigen Mädchens. Alle zehn Flächen vorhanden, die Abspaltungszone allerdings nur peripher. Geringe diffuse Reflexion in den dunklen Zwischenzonen außerhalb des Embryonalkerngebietes, Andeutungen grünlich reflektierender Reflexionsstreifen zweiter Ordnung. Deutliche periphere Divergenz der Diskontinuitätsflächen. (Etwas übertrieben dargestellt).

Abbildung II. Diskontinuitätsflächen eines 28 Jahre alten Mannes. Neun Flächen vorhanden. Allgemeine diffuse Reflexion, mäßig stark. Typisches Verhalten der Alterskernflächen im mittleren Lebensalter nach vollendetem Wachstum. Vorn scharfe, hinten mehr diffuse Begrenzung. (Umgekehrtes Verhältnis hinten.) Im vorderen Alterskernstreifen Andeutung einer etwas dunkleren Mittelzone.

Abbildung III. Diskontinuitätsflächen der Linse eines siebzigjährigen Mannes. Sehr starke Reflexion des ganzen optischen Querschnittes. Deutliche dunkle Intervalle zwischen Alterskern- und Embryonalkerngebiet; zentrales Intervall. Konfluenz der Embryonalkernstreifen. Grünliche Reflexion des gesamten Embryonalkerngebietes. Mächtig entwickelter Alterskernstreifen, Strahlenstruktur, unebene, wellige und grubige vordere Grenzflächen. Fehlen der vorderen Abspaltungsflächen.

Sehschärfe des betreffenden Auges 1,25, Myopie 0,75 D, Linse beim Durchleuchten völlig klar, bei vokaler Beleuchtung nirgends kataraktöse Trübungen. Im Cornealmikroskop spärliche eckige Linsentrübungen der tieferen Corticalis. Prächtiges Alterskernrelief.

Pierersche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

Meyer, Diskontinuitätsflächen der menschlichen Linse. Verlag von Julius Springer in Berlin.